

KORISNE STJENICE (INSECTA: HETEROPTERA) U BIOLOŠKOM SUZBIJANJU ŠETNIKA U ZAŠTIĆENIM PROSTORIMA

Mihovila Pavlinovića 1, 23 000 Zadar

, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to

Mihovila Pavlinovića 1, 23 000 Zadar

²Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

kfranin@unizd.hr

Prihvaćeno: 24-4-2019

SAŽETAK

Predatorske su stjenice, osim grinja, božjih ovčica i parazitskih osica, važna komponenta u biološkom suzbijanju štetnika u zaštićenim prostorima. Među ostalim, njihova je prednost u odnosu na ostale vrste prirodnih neprijatelja u tome što u hvatanju plijena sudjeluju i ličinke i odrasli oblici. S obzirom na način ishrane velik broj predatorskih stjenica zapravo su svejedi pa osim plijena uzimaju i biljnu hranu što im omogućuje opstanak, bolje reproduktivne sposobnosti, produžuje im trajanje života i omogućuje bolju prilagodljivost na abiotičke čimbenike. Međutim, upotreba stjenica u biološkoj zaštiti može imati i određene nedostatke. Neke vrste predatorskih stjenica dijelom su fitofagi pa u nekim slučajevima mogu izazvati oštećenja biljaka. U ovom su radu predstavljene neke od najvažnijih vrsta predatorskih stjenica iz porodica Anthocoridae i Miridae koje imaju komercijalno značenje u primjeni u zaštićenim prostorima.

Ključne riječi: biološka zaštita, poljoprivredni štetnici, predatori, stjenice, zaštićeni prostori

BENEFICIAL TRUE BUGS (INSECTA: HETEROPTERA) IN BIOLOGICAL CONTROL OF PESTS IN GREENHOUSES

SUMMARY

Except predatory mites, ladybugs and parasitic wasps predatory Heteroptera are important component of biological control in greenhouses. Between other their advantages regarding to other natural enemies lay in fact that in prey hatching adult insects as well as young instars takes place. According to food

preferences, a huge number of predatory true bugs is, in fact omnivorous and except prey, they also eat plant food what enhances their survival, improves reproductive ability, provide longer life as well as better adaptive capacity on abiotic factors. However, using of true bugs in biological control can show some disadvantages. Some species of predatory Heteroptera are partly phytophagous and in some cases can cause plant damages. In this paper some of the predatory Heteroptera from families Anthracoridae and Miridae which are commercially important in greenhouses were presented.

Ključne riječi: agricultural pests, biological control, greenhouses, true bugs

UVOD

Zaštićeni se prostori, za razliku od otvorenih poljoprivrednih površina, često doživljavaju kao čisti sterilni objekti, odnosno vrlo pojednostavnjeni ekosustavi s niskom razinom bioraznolikosti (Enkegaard i Brødsgaard, 2006; Bakker, 2008). Taj tzv. „pojednostavnjeni ekosustav“ značajno pridonosi osjetljivosti biljaka na brojne štetne organizme. Osim toga specifičan načina uzgoja u zaštićenim prostorima (često više temperaturne vrijednosti i visoka relativna vlažnost zraka) utječe na pojačani razvoj mnogih bolesti i napad štetnika (Refki i sur., 2016). Kemijska zaštita ne polučuje uvijek dobre rezultate zbog niza razloga, među kojima su najznačajniji visoka sposobnost reprodukcije i velik broj generacija većine štetnika u zaštićenim prostorima te mogućnost razvoja rezistentnosti (Farkas i sur., 2016). Osim toga neki štetnici zbog specifičnog načina ishrane izbjegavaju kontakt s insekticidima. Naime ako se hrane pupovima i cvjetovima, ti im dijelovi biljke pružaju zaštitu od nekih kemijskih sredstava i tako umanjuju njihovu učinkovitost (Keçeci i Gürkan, 2013). Zbog navedenih razloga proizašla je potreba za učinkovitijim, a istovremeno ekološki prihvatljivijim mjerama zaštite. Biološko suzbijanje štetnika u ekološkoj i integriranoj proizvodnji ima posebno veliku važnost u zaštićenim prostorima gdje je i učinkovitost takvog načina suzbijanja puno veća. U današnje se vrijeme za biološko suzbijanje na svjetskoj razini koristi oko 250 vrsta prirodnih neprijatelja, od čega 25 komercijalno najzastupljenijih (van Lenteren, 2012). Organizmi koji se koriste u tu svrhu općenito se mogu podijeliti na dvije skupine - predatore i parazitoide. Od parazitoida najveći je broj parazitskih osica, a među predatorima najzastupljenije su božje ovčice, mrežokrilke i stjenice. Zbog zaista opsežnog područja u ovom će radu biti prikazane najvažnije vrste stjenica koje se u današnje vrijeme koriste u suzbijanju štetnika u zaštićenim prostorima.

ZNAČAJKE (osobine, svojstva, odlike) PREDATORSKIH STJENICA U ZAŠTIĆENIM PROSTORIMA

Za razliku od parazitoida kod kojih su samo ličinke zoofagi, kod grabežljivih stjenica plijenom se hrane odrasli kukci i svi stadiji ličinka. S obzirom na način

ishrane stjenice dijelimo u tri skupine: fitofage, zoofage, dok treća skupina predstavlja kombinaciju prethodnih dviju pa ih neki autori definiraju kao fitozoofage i zoofitofage (Franin i Barić, 2012). Vrste koje su dijelom fitofagi uvijek predstavljaju određenu opasnost za kulturnu biljku jer u nekim situacijama mogu uzrokovati izvjesne štete. Stupanj oštećenja biljaka ovisi najprije o morfološkim i fiziološkim karakteristikama predatora, ali i brojnosti predatora i plijena te osjetljivosti biljke i njezinom životnom ciklusu (Franin i Barić, 2012). U ovom kontekstu posebno su zanimljive stjenice iz porodice Miridae koje su uglavnom svejedi pa u odnosu prema plijenu mogu varirati od fakultativnih do strogo specijaliziranih predatora. Stoga zaista velike hranidbene varijacije unutar te porodice predstavljaju prednost u selekciji novih vrsta koje će biti bolje prilagođene plijenu, biljci, ali i vanjskim uvjetima (Messelink, 2014). Podatke o tome donose Shipp i Wang (2006) koji su istraživali odnos brojnosti jedinki vrste *Dicyphus hesperus* Knight prema kalifornijskom tripsu (*Frankliniella occidentalis* Perg). Autori navode da veliki broj predatora u odnosu na plijen može biti kontraproduktivan, dakle može uzrokovati veće štete na kulturi. Zanimljivo je naglasiti da je kalifornijski trips, iako se ubraja u fitofage, također svejed te može napasti i neke prirodne neprijatelje. Predatorske se stjenice nerijetko hrane ostalim korisnim kukcima u zaštićenim prostorima pa je tako za stjenicu *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) dokazano da napada parazitirane lisne uši i jaja osolike muhe *Episyrphus balteatus* de Geer (Messelink i sur., 2015). Osim toga pri kombiniranoj upotrebi nekoliko vrsta predatora može doći do njihova međusobnog napada. Primjer za to je vrsta *M. pygmaeus* koja ne napada stjenicu *Orius majusculus* (Reuter), međutim ličinke vrste *M. pygmaeus* čest su plijen stjenice *O. majusculus* (Jakobsen i sur., 2004). Korisne grinje iz porodice Phytoseiidae također mogu biti izvor hrane za stjenice roda *Orius* (Messelink, 2014). Kao što je prethodno navedeno, stjenice su opći predatori pa su zbog toga najčešće na vrhu ili pri vrhu hranidbene piramide u zaštićenim prostorima jer praktično nemaju prirodnih neprijatelja. Dakle, osim ciljanih štetnika plijen im mogu biti neki drugi predatori ili parazitoide (Moreno-Ripoll i sur., 2012). Budući da je u integriranoj proizvodnji dopuštena upotreba nekih kemijskih insekticida Lopez i sur. (2011) navode mogućnost štetnog djelovanja korištenih sredstava na korisne stjenice. Prema rezultatima istraživanja Sukhoruchenka i sur. (2015) najštetnije djelovanje na vrste *M. pygmaeus* i *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) ima spinosad, dok je acetamiprid pokazao nešto nižu toksičnost. Abamektin je na stjenici *Orius laevigatus* (Fieber, 1860) pokazao visoku toksičnost, a nešto slabiji učinak imao je spinosad (Biondi i sur., 2012). Stoga Silveira i sur. (2004) upozoravaju na važnost selektivnog odabira insekticida koji su kompatibilni s agensima za biološko suzbijanje. Neka sredstva za zaštitu bilja osim što smanjuju preživljavanje uzrokuju i reproduktivne promjene na ženka u obliku smanjene produkcije i vitalnosti jaja (Rocha i sur., 2006). Uspješnost biološkog suzbijanja u zaštićenim prostorima, među ostalim, ovisi i

o značajkama kako predatora tako i plijena. Ponekada je brojnost plijena nedovoljna da bi zadovoljila kriterije masovnog ispuštanja predatora u zaštićene prostore, a ponekada se životni ciklusi štetnih i korisnih organizama ne preklapaju. U većini slučajeva predatori osim plijena zahtijevaju i hranu biljnog podrijetla (šećeri, nektar i pelud) koja poboljšava njihove životne aktivnosti i doprinosi uspješnijem suzbijanju štetnika (Tan i sur., 2013; Wong i Frank, 2013). Problemi koji se također često javljaju kao posljedica augmentativnog unošenja prirodnih neprijatelja u zaštićeni prostor vezani su uz duljinu trajanja vremena skladištenja i transporta, uz uvjete transporta i ispuštanja stjenica u zaštićeni prostor (Bueno i sur., 2014). Novija istraživanja pokazuju da predatori koji se hrane biljnim tkivom potiču kod biljaka proizvodnju elicitora kao odgovor biljne obrane na napad štetnika. Stoga Pappas i sur. (2016) sugeriraju mogućnost korištenja predatora kao svojevrstan koncept „cijepjenja“ biljaka i njihove pripreme na napad štetnika. Naselli i sur. (2016) potvrdili su da svi pokretni stadiji stjenice *N. tenuis* mogu pokrenuti mehanizme obrane rajčice. Za opstanak predatora u zaštićenim prostorima osim plijena važna je stalna prisutnost biljaka. To nisu niti moraju biti isključivo kultivirane biljke, nego i ostale vrste koje imaju određenu ulogu u privlačenju korisnih organizama. Takve vrste ovim kukcima pružaju stanište u razdoblju kada kultivirane biljke još uvijek nisu dovoljno razvijene ili ih trenutno nema na površini (eng. "banker plants") (Frank, 2010). Kao posebno važnu u privlačenju stjenice *O. insidiosus* Bueno i sur. (2009) navode kadificu *Tagetes erecta* L. Suživot predatora i biljaka očito utječe na razvoj izvjesnih interakcija između tih organizama. Iako među stjenicama postoji puno vrsta koje su važni predatori u suzbijanju štetnika, komercijalnu važnost ima ih svega nekoliko. Novija istraživanja navode nove potencijalne kandidate u suzbijanju štetnika u zaštićenim prostorima, posebno južnoameričkog минера rajčice, a to su *Macrolophus basicornis* (Stal), *Engytatus varians* (Distatnt) i *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho) (van Lenteren i sur., 2016).

PORODICA ANTHOCORIDAE

Rod *Orius*

Stjenice roda *Orius* tijekom dugog niza godina koriste se u biološkoj zaštiti u zaštićenim prostorima, a posljednjih nekoliko dekada njihova je upotreba značajno porasla (van Lenteren, 2012). Hrane se raznim vrstama plijena među kojima su najznačajniji štetne grinje, resičari i lisne uši (Wang i sur., 2014). Neke od najzastupljenijih vrsta koje se koriste u zaštićenim prostorima jesu: *Orius strigicollis* Poppius, *Orius laevigatus* Fieber, *Orius similis* Zheng, *Orius majusculus* Reuter i *Orius insidiosus* Say (Franin i Barić, 2012; Wang i sur., 2014). Vrsta *O. laevigatus* prirodni je neprijatelj grinja, resičara, lisnih ušiju, štitastih moljaca i gusjenica nekih vrsta sovica (por. Noctuidae) (Schaefer i Panizzi, 2000). Arnó i sur. (2008) navode vrste *O. majusculus* i *O. laevigatus* kao

uspješne biološke agense u suzbijanju tripsa i štitastih moljaca. Vrsta *O. insidiosus* najčešće se koristi u suzbijanju kalifornijskog tripsa (Wong i Frank, 2013). Ova je stjenica važan predator resičara u zaštićenim prostorima (Silveira i sur., 2004). U istraživanju učinka nekoliko vrsta roda *Orius* u suzbijanju resičara najbolje rezultate pokazala je vrsta *O. laevigatus* (Keçeci i Gürkan, 2013). Prema podacima Farkasa i sur. (2016) vrsta *O. laevigatus* bolje rezultate u suzbijanju resičara pokazuje u kombinaciji s predatorskom grinjom roda *Amblyseius*. Nadalje, vrste *O. majusculus* i *O. laevigatus* bile su učinkovitije u suzbijanju resičara kada su im kao dodatna hrana ponuđene suhe ciste račića *Artemia* spp. (Oveja i sur., 2016). Osim plijena za normalno funkcioniranje nekih vrsta stjenica roda *Orius* važan je pelud koji predstavlja alternativni izvor hrane, odnosno dodatak prehrani. Prema podacima koje prikazuju Cocuzza i sur. (1997) na poboljšanje reproduksijskih značajki posebno povoljno djeluje pelud cvijeta paprike (*Capsicum annum* L.). Za razliku od ostalih vrsta ovoga roda, stjenica *O. majusculus* nije ovisna o dostupnosti peluda što joj kao agensu za biološko suzbijanje daje prednost posebno kod uzgoja krastavaca. Naime u današnje se vrijeme proizvodnja krastavaca uglavnom temelji na uzgoju hibrida čiji cvjetovi ne proizvode pelud. Nadalje ponašanje ovih stjenica varira u odnosu na morfološke karakteristike pojedinih vrsta biljaka. Tako ih npr. prisutnost dlačica na peteljka i listovima može ometati u potrazi za plijenom (Rajabpour i sur., 2011). Najčešće se ipak nalaze na listu gdje je uostalom i najveća zastupljenost plijena, pogotovu ličinka resičara (Oveja i sur., 2016). De Puyssseleyr i sur. (2011) dokazali su pozitivan utjecaj ovipozicije vrste *O. laevigatus* na povećanje otpornosti rajčice prema kalifornijskom tripsu. Nadalje za razvoj stjenice je osim ugljikohidrata i aminokiselina potrebna i voda koju iste uzimaju iz ksilemskih cijevi. Osim toga raniji se stadiji hrane sisajući sadržaj floema, dakle već gotove organske tvari što im omogućuje preživljavanje ako nema plijena (Lundgren i sur., 2008). Zanimljiv podatak donose Zeng i Cohen (2000) koji su dokazali prisutnost amilaze u probavnom sustavu stjenica što potvrđuje sposobnost iskorištavanja škroba. Iako većina istraživanja potvrđuje pozitivan utjecaj biljaka na razvoj i vitalnost ovih predatora, Bonte i De Clercq (2010) smatraju da stjenica može završiti razvoj i ostvariti svoj reproduksijski potencijal uz prisutnost nekih drugih materijala koji mogu poslužiti za ovipoziciju kao što su mahune graha i voštani papir što bi svakako pojednostavilo proizvodnju u zaštićenim prostorima. Ništa manje bitni u životu predatorskih stjenica jesu i abiotički čimbenici, posebno temperature (Nagai i Yano, 2000). Tako prema podacima Bonsignore i Vacante (2012) stjenica *O. laevigatus* ostvaruje dobre rezultate u suzbijanju kalifornijskog tripsa u mediteranskim uvjetima tijekom proljeća i ljeta, međutim u zimskom razdoblju pri temperaturama od oko 10 °C predator ulazi u dijapauzu pa je stoga njegova aktivnost smanjena. Optimalne temperature za njihov razvoj kreću se između 20 i 25 °C, dok se na temperaturama do 28 °C embrionalni razvoj značajno skraćuje (Franin i Barić,

2012). Vrsta *Orius sauteri* (Poppius) kao važan polifagni predator koristi se u suzbijanju grinja i lisnih ušiju te nekoliko vrsta resičara i leptira. Hemerik i Yano (2011) navode ga kao uspješnog predatora vrste *Thrips palmi* Karny. Tan i sur. (2013) prikazuju zanimljive rezultate istraživanja utjecaja mikrokapsulirane tzv. umjetne hrane kao dodatka prehrani prethodno navedenoj stjenici. Naime mikrokapsule se sastoje od mješavine materijala među kojima su zastupljeni: žumance jaja, med i pelud. Autori su dokazali pozitivno djelovanje dodatne mikrokapsulirane hrane na reproduktivne sposobnosti, sposobnost hvatanja plijena i dobar raspored stjenica po biljci. Osim samostalnog korištenja u suzbijanju štetnika stjenica se može kombinirati s mikrobiološkim agensom *Beauveria bassiana* Bals.-Criv. Učinkovitost suzbijanja veća je, a negativno djelovanje gljive na stjenicu zanemarivo. Stoga se ovom metodom može ostvariti zapažen uspjeh (Gao i sur., 2012). Kako bi poboljšali uspjeh uspostave populacije ove vrste u nasadu paprike u zaštićenom prostoru, Kakimoto i sur. (2007) preporučuju istovremeno ispuštanje odraslih stjenica i jaja.

PORODICA MIRIDAE

***Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) syn. *Macrolophus brevicornis* (Knight, 1926)**

Stjenica *M. pygmaeus* vjerojatno je jedna od svjetski najpoznatijih i najraširenijih vrsta koja se koristi u suzbijanju različitih štetnika rajčice u zaštićenim prostorima. Hrani se štitastim ušima, štetnim grinjama, štitastim moljcima, resičarima, lisnim ušima i ličinkama nekih vrsta leptira (Montserrat i sur., 2000; Alomar i sur., 2006; Urbaneja i sur., 2009; Zappalà i sur., 2013; De Becker i sur., 2014). De Becker i sur. (2015) u svom radu navode učinkovitost stjenice u suzbijanju lisne uši *Myzus persicae* Sulzer čak i kod jakog napada. Posebno je važna u zaštiti rajčice od južnoameričkog moljca minera (*Tuta absoluta* Meyrick). Van Lenteren i sur. (2016) smatraju da je ovaj predator ključna komponenta u integriranoj proizvodnji rajčice u Europi. Međutim da bi povećala svoju populaciju, stjenica zahtijeva alternativni plijen kao dodatnu hranu. Sylla i sur. (2016) istraživali su učinak različitih vrsta plijena na ovog predatora. Autori potvrđuju da plijen utječe na duljinu razvoja ličinke i plodnost odraslih oblika, ali ne i na duljinu trajanja života stjenice. Stadij ličinke traje najdulje ako se stjenica hrani jajima lisnog minera, dok je plodnost stjenice puno veća ako se hrani ličinkama štitastog moljca, lisnim ušima i jajima brašnenog moljca (*Ephestia kuehniella* Zeller). Messelink (2014) također potvrđuje bolje rezultate suzbijanja ako stjenici osim plijena ponudimo dodatnu hranu. Prema navedenim podacima može se zaključiti kako nedostatak alternativnog plijena značajno ograničava učinkovitost ovog predatora. Vrsta se od 1994. godine koristi u integriranoj proizvodnji rajčice na području Europe. Iako primarno zoofitofagna, u visokim populacijama i u nedostatku plijena može uzrokovati štete na biljci (Castané i sur., 2011).

Moerkens i sur. (2015) primijetili su oštećenje plodova rajčice kod brojnosti stjenice koja se inače preporuča pri zaštiti. Nadalje isti autori uočavaju korelaciju između broja predatora i postotka infekcije rajčice virusom (PepMV). Pappas i sur. (2015) donose zanimljive podatke o ponašanju ovog predatora. Naime u prisutnosti predatora rajčica razvija određenu otpornost na koprivinog pauka (*Tetranychus urticae* Koch). Zabilježena je manja prisutnost jedinka pauka i manji broj odloženih jaja. Osim toga biljka zadržava efekt otpornosti najmanje dva tjedna nakon uklanjanja predatora. Autori zaključuju kako prisutnost predatora na biljci inducira aktivnost inhibitora proteinaze za koju je poznato da ima određenu važnost u jačanju obrane biljaka. Zbog mogućih oštećenja biljaka korištenje ovog predatora ne preporuča se u proizvodnji gerbera, krastavaca i paprike pri niskoj brojnosti plijena (Helyer i sur., 2014).

***Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895)**

Prema podatcima Refkija i sur. (2016), vrsta *N. tenuis* omnivorna je stjenica, ali i opći predator često prisutan na poljoprivrednim kulturama. Međutim u novije se vrijeme ciljano koristi u zaštićenim prostorima za augmentativno suzbijanje štetnika kao što su štitasti moljac (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) i južnoamerički moljac rajčice (*T. absoluta*) (Sanchez i sur., 2014; Urbaneja-Bernat i sur., 2015). Osim ličinkama štitastih moljaca hrani se i nekim lisnim minerima (Schaefer i Panizzi, 2000). Iako je stjenica uspješna u suzbijanju moljca, njezin su nedostatak oštećenja koja može uzrokovati na rajčici (Sanchez i sur., 2008). Sanchez (2008) navodi da u nedostatku plijena vrsta sa zoofagnog načina ishrane prelazi na fitofagni. Prema istim autorima prinos rajčice bio je veći pri korištenju ovog kukca, ali je oštećenje plodova bilo gotovo podjednako. Osim plodovima stjenica se hrani listovima i cvjetnim stapkama rajčice. Međutim oštećenja nisu značajna (Calvo i sur., 2007). Refki i sur. (2016) istraživali su učinak različitih stadija ovog predatora u suzbijanju južnoameričkog moljca minera. Njihovi rezultati potvrđuju da treći stadij ličinke najčešće napada gusjenicu I. i II. stadija. Prema tome očito je učinkovitost suzbijanja jako povezana sa stupnjem razvoja ovih organizama. Nakon ispuštanja predatora u zaštićeni prostor kao prva hrana im se najčešće nude jaja brašnenog moljca. Osim toga učinkovitost predatora poboljšana je dodatkom šećera u prehrani što sugerira i mogućnost korištenja nektara kao zamjenske hrane (Urbaneja-Bernat i sur., 2015). Proizvođači često istovremeno koriste nekoliko vrsta predatora u zaštićenim prostorima, a sve radi uspješnije zaštite. Katkad se može dogoditi da dvije ili više vrsta ne ostvare dobar rezultat. U kombiniranom djelovanju stjenica *N. tenuis* i *Dyciphus maroccanus* Wagner, vrsta *N. tenuis* pokazala je bolje rezultate jer se bolje prilagodila vrijednostima temperature te je bila uspješnija u hvatanju plijena (Salas Gervasio i sur., 2017). Iako većina autora smatra kako je za uspjeh ove metode bitna stalna prisutnost biljke, Perdakis i sur. (2015) dokazuju bolju učinkovitost kada se

predator nalazio u zaštićenom prostoru prije početka uzgoja kulture. Pri usporedbi učinkovitosti stjenice u suzbijanju štitastog moljca na rajčici su uočeni bolji rezultati nego na krastavcima (Hassanpour i sur., 2016).

ZAKLJUČAK

Predatorske su stjenice važan biološki agens u integriranoj i ekološkoj proizvodnji u zaštićenim prostorima. Njihova je prednost u tome što za razliku od ostalih korisnih organizama napadaju žrtvu i u stadiju ličinke i u stadiju odraslog oblika. Međutim ovaj način zaštite može imati i nekih negativnih posljedica kao što su moguća oštećenja biljaka. Kao što je prikazano u prethodnom tekstu, stjenice se često hrane biljnim tkivom ili ga koriste kao medij za odlaganje jaja. Do oštećenja biljaka najčešće dolazi zbog nedostatka plijena, a pri visokoj brojnosti predatora. Osim toga značajke predatora, ali i same biljke domaćina, također utječu na uspješnost zaštite. Pri njihovu korištenju izuzetno je bitno ostvariti optimalan odnos stjenice i plijena te brojnost stjenice po samoj biljci. Budući da se biološka zaštita često kombinira s ostalim načinima zaštite bilja, treba biti posebno oprezan kod kombinacije više mjera zaštite jer sve nisu međusobno kompatibilne. Dokazano je da pojedina kemijska sredstva za zaštitu bilja mogu ugroziti opstanak ovih kukaca pa time smanjuju učinkovitost samog postupka zaštite. Konačno biološka zaštita koja se temelji na korištenju predatorskih stjenica očito ne nudi rješenje u suzbijanju svih vrsta štetnika u zaštićenim prostorima, stoga ona još uvijek predstavlja samo jedan segment zaštite i nužno ju je nadopunjavati kombinacijom ostalih okolišno prihvatljivih metoda.

LITERATURA

- ALOMAR, O., RIUDAVETS, J., CASTAÑE, C. (2006). *Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons. Biol. Control., Vol. 36, 2: 154-162.
- ARNÓ, J., ROIG, J., RIUDAVETS, R. (2008). Evaluation of *Orius majusculus* and *O. laevigatus* as predators of *Bemisia tabaci* and estimation of thie prey preference. Biol. Control., Vol. 44, 1: 1-6.
- BAKKER, J. C. (2008). Developments in greenhouse horticultural production systems. IOBC/wprs, Vol. 32: 5-12.
- BIONDI, A., DESNEUX, N., SISCARO, G., ZAPPALÀ, L. (2012). Using organic-certified rather than syntetic pesticide may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. Chemosphere, Vol. 87, 7: 803-812.
- BONSIGNORE, C. P., VACANTE, V. (2012). Influences of botanical pesticides and biological agents on *Orius laevigatus* – *Frankliniella occidentalis* dynamics under greenhouse conditions. J. Plant. Prot. Res., Vol. 52, 1: 16-23.

BONTE, M., DE CLERCQ, P. (2010). Impact of artificial rearing systems on the developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus*. J. Insect. Sci., Vol. 10, 104: 1-11.

BUENO, V. H., SILVA, A. R., CARVALHO, L. M., MOURA, N. (2009). Control of thrips with *Orius insidiosus* in greenhouse cut roses: use of banker plant improves the performance of the predator. IOBC/wprs Bulletin, Vol. 94: 183-187.

BUENO, V. H., SILVA, A. R., CARVALHO, L. M., VAN LENTEREN, J. C. (2014). Performance of *Orius insidiosus* after storage, exposure to dispersal material, handling and shipment processes. B. Insectol., Vol. 67, 2: 175-183.

CALVO, J., BOLCKMANS, K., STANSLY, A. P., URBANEJA, A. (2007). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury tomato. Biol. Control., Vol. 54: 237-246.

CASTAÑÉ, C., ARNÓ, J., GABARRA, R., AND ALOMAR, O. (2011). Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. Biol. Control., Vol. 59: 22-29.

COCUZZA, E. G., DE CLERCQ, P., VAN DE VEIRE, M., DE COCK, A., DEGHEELE, D., VACANTE, V. (1997). Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albbidipennis* on *Ephestia kuehniella* eggs. Entomol. Exp. Appl., Vol. 82, 1: 101-104.

DE BECKER, L., CAPARROS MEGIDO, R., HAUBRUGE, É., VERHEGGEN, F. J. (2014). *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Mayrick) in Europe. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., Vol. 18, 4: 536-543.

DE BECKER, L., WÄCKERS, F. L., FRANCIS, F., VERHEGGEN, J. F. (2015). Predation of the Peach Aphid *Myzus persicae* by the mirid Predator *Macrolophus pygmaeus* on Sweet Papers: Effect of Prey and Predator Density. Insects, Vol. 6: 514-523.

DE PUYSELEYR, V., HÖFTE, M., DE CLERCQ, P. (2011). Ovipositing *Orius laevigatus* increase tomato resistance against *Frankliniella occidentalis* feeding by inducing the wound response. Arthropod-Plant Inte., Vol. 5: 71-80.

ENKEGAARD, A., BRØDSGAARD, H. F. (2006). Biocontrol in protected crops: lack of biodiversity a limiting factor? Ecological and Societal Approach to Biological Control. Dordrecht. Springer.

FARKAS, P., BAGI, N., SZABÓ, A., LADÁNY, M., KIS, K., SOJNÓCKI, A., REITER, D., PÉNZES, B., FAIL, J. (2016). Biological control of thrips pests (Thysanoptera: Thripidae) in a commercial greenhouse in Hungary. Pol. J. Entomol., Vol. 85: 437-451.

FRANIN, K., BARIĆ, B. (2012). Korisne stjenice (Heteroptera) u poljoprivredi. Entomol. Croat., Vol. 16, 1: 61-80.

FRANK, S. D. (2010). Biological control of arthropod pests using banker plant systems: past progress and future directions. Biol. Control., 52: 8-16.

GAO, Y., REITZ, S. R., WANG, J., TAMEZ-GUERRA, P., WANG, E., XU, X., LEI, Z. (2012). Potential use of the fungus *Beauveria bassiana* against the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* without reducing the effectiveness of its natural predator *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Biocontrol Sci. Techn., Vol. 22, 7: 803-812.

HASSANPOUR, M., BAGHERI, M., GOLIZADEH, A., FARROKHI, S. (2016). Functional response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) to *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae): effect on different hosta plants. Biocontrol Sci. Technol., Vol. 26, 11: 1489-1503.

HELYER, N., CATTILIN, N. D., BROWN, K. C. (2014). Biological Control in Plant Protection. A Color Handbook, Second Edition. Taylor and Francis Group. New York, US.

HEMERIK, L., YANO, E. (2011). Scaling up from individual behavior of *Orius sauteri* foraging on *Thrips palmi* to its daily functional response. Popul. Ecol., Vol. 53: 563-572.

JAKOBSEN, L., ENKEGAARD, A., BRODSGAARD, H. F. (2004). Interactions between two polyphagous predators, *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) and *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). Biocontrol Sci. Technol., Vol. 14, 1: 17-24.

KAKIMOTO, K., INOUE, H., YAMAGUCHI, T., OHNO, K. (2007). Simultaneous Release of *Orius strigicollis* (Poppius) Eggs and Adults to Improve Its Establishment in Greenhouses. Jpn. J. Appl. Entomol. Z., Vol. 51, 1: 29-37.

KEÇECİ, M., GÜRKAN, M. O. (2013). Biological control of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* with *Orius* species in eggplant greenhouses in Turkey. Turk. J. Entomol., Vol. 37, 4: 467-476.

LOPEZ, J. A., AMOR, F., BENGOCHEA, P., MEDINA, P., BUDIA, F., VIÑUELA, E. (2011). Short communication. Toxicity of emamectin benzoate to adults of *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Heteroptera, Miridae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera, Eulophidae) on tomato plants. Semi-field studies. Span. J. Agric. Res., Vol. 9, 3: 617-622.

LUNDGREN, J. G., FERGEN, J. K., RIEDELL, W. E. (2008). Influence of plant anatomy on oviposition and reproductive success of the omnivorous bug *Orius insidiosus*. Anim. Behav., Vol. 75: 1495-1502.

MESSELINK, G. J. (2014). Persistent and emerging pests in greenhouse crops: Is there a need for new natural enemies? IOBC-WPRS Bulletin, Vol. 102: 143-150.

MESSELINK, G. J., BLOEMHARD, C. M., HOOGERBRUGGE, H., VAN SCHELT, J., INGEGNO, B. L., TAVELLA, L. (2015). Evaluation of mirid predatory bugs and release strategy for aphid control in sweet paper. J. Appl. Entomol., Vol. 139, 5:333-341.

MOERKENS, R., BERCKMOES, E., VAN DAMME, V., ORTEGA-PARRA, N., HANSSSEN, I., WUYTACK, M., WITTEMANS, L., CASTEELS, H., TIRRY, L., DE CLERQ, P., DE VIS, R. (2015). High population densities of *Macrolophus pygmaeus* on tomato plants can cause economic fruit damage: interaction with Pepino mosaic virus? Pest Manag. Sci., Vol. 72, 7: 1350-1358.

MONTERRAT, M., ALBAJES, R., CASTAÑÉ, C. (2000). Functional Response of Four Heteropterian Predators Preying on Greenhouse Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae). Ann. Entomol. Soc. Am., Vol. 29, 5: 1075-1082.

MORENO-RIPOLL, R., GABARRA, R., SYMONDSON, W. O. C., KING, R. A., AGUSTÍ, N. (2012). Thropic relationships between predators, whiteflies and their parasitoids in tomato greenhouses: a molecular approach. B. Entomol. Res., Vol. 102, 4: 415-423.

NAGAI, K., YANO, E. (2000). Predation by *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae) on *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). Functional response and selective predation. Appl. Entomol. Zool., Vol. 35, 4: 565-574.

NASELLI, M., URBANEJA, A., SISCARO, G., JAQUES, J. A., ZAPALLÀ, L., FLORS, V., PÉREZ-HEDO, M. (2016). Stage-Related Defense Response Induction in Tomato Plants by *Nesidiocoris tenuis*. Int. J. Mol. Sci., Vol. 17, 5: 1-5.

OVEJA, M. F., RIUDAVETS, J., ARNÓ, J., GABARRA, R. (2016). Does a supplemental food improve the effectiveness of predatory bugs on cucumber. *Biocontrol*, Vol. 61, 1: 47-56.

PERDIKIS, D. C., ARVANITI, K. A., PARASKEVOPOULOS, A., GRIGORIOU, A. (2015). Pre-plant release enhanced the earlier establishment of *Nesidiocoris tenuis* in open field tomato. *Entomol. Hell.*, Vol. 24: 11-21.

PAPPAS, M. L., STEPPUHN, A., GEUSS, D., TOPALIDOU, N., ZOGRAFOU, A., SABELIS, M. W., BROUFAS, G. D. (2015). Beyond Predation: The Zoophytophagous Predator *Macrolophus pygmaeus* Induces Tomato Resistance against Spider Mites. *Plos ONE*. 10(5): e0127251.

PAPPAS, M. L., STEPPUHN, A., BROUFAS, G. D. (2016). The role of phytophagy by predators in shaping plant interactions whit their pests. *Commun. Integr. Biol.*, Vol. 9, 2: 1-4.

RAJABPOUR, A., SERAJ, A. A., ALLAHYARI, H., SHISHEHBOR, P. (2011). Evaluation on *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae) for Biological Control of *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumber in South of Iran. *Asian J. Biol. Sci.*, Vol. 4, 5: 457-467.

REFKI, E, SADOK, B. M., ALI, B. B. (2016). Study of the biotic potential of indigenous predator *Nesidiocoris tenuis* on *Tuta absoluta* pest of geothermal culture in south of Tunisia. *J. Entomol.Zool. Stud.*, Vol. 4, 6: 692-695.

ROCHA, L. C. D., CARVALHO, G. A., MOURA, A. P., TORRES, F. Z. V. (2006). Toxicidade de produtos fitosanitarios para adultos de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *Arq. Inst. Biól.*, Vol. 65, 2: 309-315.

SALAS GERVASIO, N., PÉREZ-HEDO, M., LUNA, M. G., URBANEJA, A. (2017). Intraguild predation and competitive displacement between *Nesidiocoris tenuis* and *Dicyphus maroccanus*, two biological control agents in tomato pests. *Insect Sci.*, Vol. 24, 5: 809-811.

SANCHEZ, J. A. (2008). Zoophytophagy in the plantbug *Nesidiocoris tenuis*. *Agric. For. Entomol.*, Vol. 10, 2: 75-80.

SANCHEZ, J. A., LA-SPINA, M., LACASA, A. (2008). Impact of the zoophytophagus plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield. *J. Econ. Entomol.*, Vol. 101, 6: 1864-1870.

SANCHEZ, J. A., LA-SPINA, M., LACASA, A. (2014). Numerical response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato crops. *Eur. J. Entomol.*, Vol. 111, 3: 387-395.

SCHAEFER, C. W., PANIZZI, A. R. (2000). *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, 1 edition. USA.

SHIPP, J. L., WANG, K. (2006). Evaluation of *Dicyphus hesperus* (Heteroptera: Miridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomato. *J. Econ. Entomol.*, Vol. 99, 2: 414-420.

SILVEIRA, L. C. P., BUENO, V. H. P., VAN LENTEREN, J. C. (2004). *Orius insidiosus* as biological control agent of Thrips in greenhouse chrysanthemums in the tropics. *B. Insectol.*, Vol. 57, 2: 103-109.

SUKHORUCHENKO, G. I., BELYAKOVA, N. A., PAZYUK, I. M., IVANOVA, G. P. (2015). The Toxic Effect of Greenhouse Insecticides on the Predatory Bugs *Nesidiocoris tenuis* Reuter i *Macrolophus pygmaeus* H.-S. (Heteroptera: Miridae). *Entomol. Rev.*, Vol. 95, 9: 11-1173.

SYLLA, S., BRÉVAULT, T., DIARRA, K., BEAREZ, P., DESNEUX, N. (2016). Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. Plos ONE. Vol. 11, 11: 1-8.

TAN, X-L., WANG, S., ZHANG, F. (2013). Optimization an Optimal Artificial Diet for the Predatory Bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Plos ONE, Vol. 8, 4: 1-11.

URBANEJA, A., MONTÓN, H., MOLLÁ, O. (2009). Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. J. Appl. Entomol., Vol. 133: 292–296.

URBANEJA-BERNAT, P., MOLLÁ, O., ALONSO, M., BOLKCMANS, K., URBANEJA, A., TENA, A. (2015). Sugars as complementary alternative food for the establishment of *Nesidiocoris tenuis* in greenhouse tomato. J. Appl. Entomol., Vol. 139, 3:, 161-167.

VAN LENTEREN, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies but a frustrating lack of uptake. Biocontrol, Vol. 57: 1-20.

VAN LENTEREN, J. C., HEMERIK, L., LINS. JR, J. C., BUENO, V. H. P. (2016). Functional Responses of Three Neotropical Mirid Predators to Eggs of *Tuta absoluta* on Tomato. Insects, Vol. 7, 34: 1-10.

WANG, S., MICHAUD, J P., TAN, X-L., ZHANG, F. (2014). Comparative suitability of aphids, thrips and mites as prey for the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Eur. J. Entomol., Vol. 111, 2: 221-22.

WONG, S. K., FRANK, S. D. (2013). Pollen increase fitness and abundance of *Orius insidiosus* say (Heteroptera: Anthocoridae) on banker plants. Biol. Control, Vol. 64: 45-50.

ZAPPALÀ, L., BIONDI, A., ALMA, A., AL-JBOORY, I. J., ARNÒ, J., BAYRAM. A., CHAILLEUX, A., EL-ARNAOUTY, A., GERLING, A., GUENAOUI, Y., SHALTIER-HARPAZ, L., SISCARO, G., STAVRINIDES, M., TAVELLA, L., VERCHER AZNAR, R., URBANEJA, A., DESNEUX, N. (2013). Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. J. Pest Sci., Vol. 86: 635–647.

ZENG F., COHEN, A. C. (2000). Demonstration of amylase from the zoophytophagous anthocorid *Orius insidiosus*. Arch. Insect Biochem., Vol. 44: 136-139.